

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-301201

(43)Date of publication of application : 13.11.1998

(51)Int.Cl.

G03B 21/00  
G02F 1/13  
G02F 1/1335  
G03B 33/12  
H01L 33/00  
H01S 3/18  
H04N 5/74

(21)Application number : 09-106114

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 23.04.1997

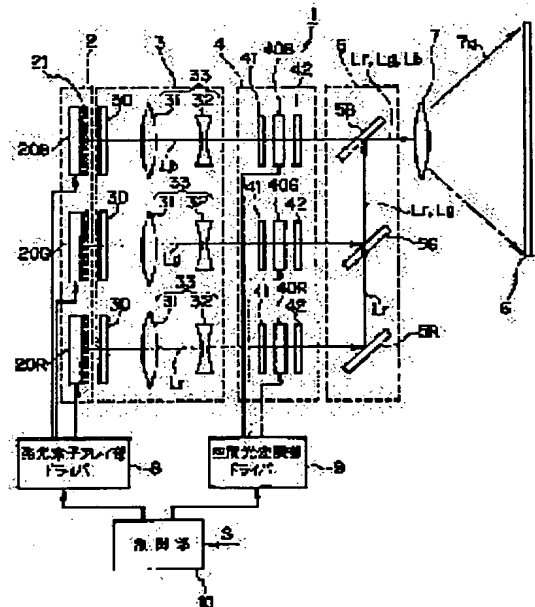
(72)Inventor : KAMIYANAGI KIICHI  
TOMONO TAKAO  
OGASAWARA YASUHIRO

## (54) PROJECTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a projector device high in utilization factor of light, high in the brightness of a display screen, low in power consumption and long in the service life of a light source.

**SOLUTION:** Three R(red), G(green) and B(blue) primary light Lr, Lg and Lb emitted by a light emitting element array part 2 are shaped to parallel light by shaping optical system 3, and then, the light is made incident on a spatial light modulating part 4. Then, the spatial modulation for every pixel is performed by liquid crystal spatial light modulators 40R, 40G and 40B in accordance with each color image signal S, and the light is enlarged and projected on a screen 6 by a projection optical system 7 after being synthesized by a synthesized optical system 5.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3433647

[Date of registration] 30.05.2003

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-301201

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

F I

G 0 3 B 21/00

G 0 3 B 21/00

D

G 0 2 F 1/13

5 0 5

G 0 2 F 1/13

5 0 5

1/1335

5 3 0

1/1335

5 3 0

G 0 3 B 33/12

G 0 3 B 33/12

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平9-106114

(22) 出願日

平成9年(1997)4月23日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 上柳 喜一

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 友野 孝夫

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 小笠原 康裕

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなかい富士ゼロックス株式会社内

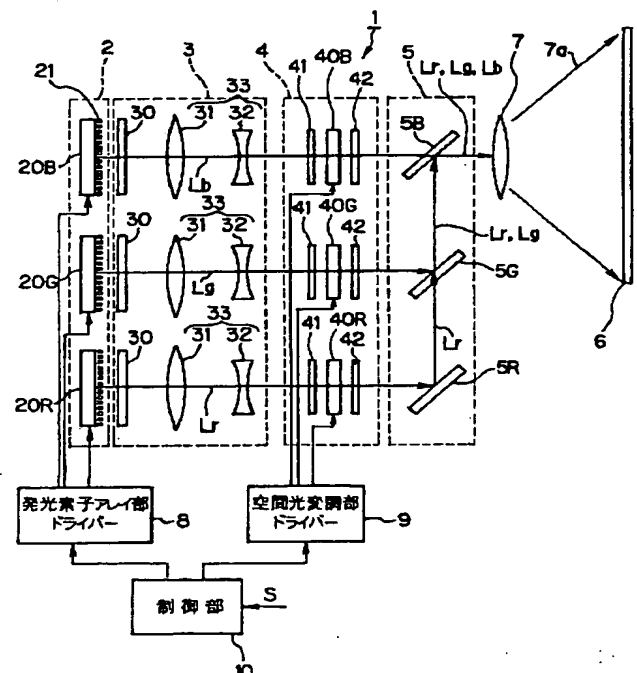
(74) 代理人 弁理士 平田 忠雄

(54) 【発明の名称】 プロジェクタ装置

(57) 【要約】

【課題】 光利用効率が高く表示画面が明るく、低消費電力で光源寿命の長いプロジェクタ装置を提供する。

【解決手段】 発光素子アレイ部2が発光したR, G, Bの3原色光L<sub>r</sub>, L<sub>g</sub>, L<sub>b</sub>は、整形光学系3によって平行光に整形されて空間光変調部4に入射し、液晶空間光変調器40R, 40G, 40Bによって各色の画像信号Sに応じて空間変調が画素毎に施され、合成光学系5によって合成された後、投影光学系7によってスクリーン6に拡大投影される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】指向性を有する複数の出力光を出射する複数の半導体発光素子からなる発光素子アレイと、前記複数の半導体発光素子から出射された前記複数の出力光を所定のサイズの平行光に整形する整形光学系と、前記所定のサイズに対応した画素領域を有し、前記平行光に画像信号に応じた空間変調を画素毎に施して画像信号光を出力する空間光変調手段と、前記空間光変調手段によって空間変調された前記画像信号光をスクリーンに拡大して投影する投影光学系を備えたことを特徴とするプロジェクタ装置。

【請求項2】前記発光素子アレイは、前記複数の半導体発光素子を1次元あるいは2次元に配列した構成の請求項1記載のプロジェクタ装置。

【請求項3】前記発光素子アレイは、面発光レーザダイオードアレイあるいは端面発光レーザダイオードアレイを用いた構成の請求項1記載のプロジェクタ装置。

【請求項4】前記発光素子アレイは、発光ダイオードアレイを用いた構成の請求項1記載のプロジェクタ装置。

【請求項5】2次元に配列された前記複数の半導体発光素子は、水平および垂直のブランキング期間に消灯される構成の請求項2記載のプロジェクタ装置。

【請求項6】2次元に配列された前記複数の半導体発光素子は、縦横比を前記スクリーンに投影される画面の縦横比と同程度とした構成の請求項2記載のプロジェクタ装置。

【請求項7】2次元に配列された前記複数の半導体発光素子は、行単位で直列に接続あるいは結合され、かつ、各行が並列に接続あるいは結合された構成の請求項2記載のプロジェクタ装置。

【請求項8】前記整形光学系は、前記複数の半導体発光素子の前記出力光を均一な光強度分布を有する前記平行光に整形する構成の請求項1記載のプロジェクタ装置。

【請求項9】前記整形光学系は、前記発光素子アレイの前面に前記複数の半導体発光素子に対向するように配置され、前記複数の半導体発光素子から出射された前記複数の出力光を前記平行光に整形する複数のマイクロレンズによって構成される請求項1記載のプロジェクタ装置。

【請求項10】前記整形光学系は、前記発光素子アレイの前面に配置されたホモジナイザと、前記ホモジナイザの後段に配置された集光レンズを有し、前記ホモジナイザによる散乱光を前記集光レンズによって集光することにより、前記複数の半導体発光素子から出射された前記複数の出力光を前記平行光に整形する構成の請求項1記載のプロジェクタ装置。

【請求項11】前記整形光学系は、前記発光素子アレイの前面に前記複数の半導体発光素子に対向するように配置された複数のマイクロシリンドリカルレンズと、前記複数のマイクロシリンドリカルレンズの後段に配置さ

れ、前記マイクロシリンドリカルレンズの曲率の方向と直交する方向の曲率を有する単一のシリンドリカルレンズを有し、前記複数のマイクロシリンドリカルレンズおよび前記シリンドリカルレンズによって前記複数の半導体発光素子から出射された前記複数の出力光を前記平行光に整形する構成の請求項1記載のプロジェクタ装置。

【請求項12】前記整形光学系は、主として2つのレンズにより前記複数の半導体発光素子から出射された前記複数の出力光を拡大あるいは縮小して前記平行光に整形する構成の請求項1記載のプロジェクタ装置。

【請求項13】前記空間光変調手段は、透過型若しくは反射型の液晶空間光変調器、又は2次元光偏向ミラーアレイを用いた構成の請求項1記載のプロジェクタ装置。

【請求項14】前記液晶空間光変調器は、前記平行光を所定の直線偏光にする偏光子と、前記所定の直線偏光の偏波面と直交する透過偏波面を有する検光子を備えた構成の請求項13記載のプロジェクタ装置。

【請求項15】前記液晶空間光変調器は、前記面発光レーザダイオードアレイあるいは前記端面発光レーザダイオードアレイから出射された所定の直線偏光を有する前記平行光の偏波面と直交する透過偏波面を有する検光子を備えた構成の請求項13記載のプロジェクタ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、2次元の空間光変調器を用いて多階調の画像を投影するプロジェクタ装置に関し、特に、光利用効率が高く表示画面が明るく、低消費電力で光源寿命の長いプロジェクタ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】昨今、高精細テレビ(HDTV)等の出現やパーソナルコンピュータの普及とそのマルチメディア化により、複数人で使用する数十インチから200インチの高精細・大画面の画像表示と小型・軽量化への要求が高まってきており、それに向けた各種方式の製品が開発されてきている。この要求に対応するものとして、従来より、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、発光ダイオードディスプレイ等の平面ディスプレイがある。

【0003】液晶ディスプレイは、近年、14インチの卓上型から大型化が進み、液晶空間光変調器を2枚張り合わせた25インチのものも発表されている。しかし、液晶ディスプレイの場合、液晶空間光変調器を作製するプロセスが複雑で長く、大型のものができない、高価格となる等の本質的な問題があり、数十インチ以上の大型化は難しく、なされたとしても数枚の液晶空間光変調器を張り合わせて作られるため、そのつなぎ目が問題となる外、高価格となることは否めない。

【0004】プラズマディスプレイは、上記液晶ディスプレイに対抗する大画面ディスプレイとして、最近出現

3

し注目を集めている。それは、プラズマディスプレイは、構造が簡単で、作製プロセスが短く、大画面のものが作り易いこと、プラズマからの紫外光による励起に適した蛍光体の開発により、色再現性の良いディスプレイが可能になったこと等による。しかし、プラズマディスプレイの場合、発光効率が悪いいため、40インチでも300W程度の大入力が必要である、放電電圧が200~300Vと高いため、高耐圧の駆動回路が必要となる等の問題がある。また、平面ディスプレイといっても実際には筐体も含めて10センチ程度の厚さとなり、重量も40インチ程度で数十キログラムと重く、壁掛け型として使用するには特別の工事が必要となる。

【0005】発光ダイオードディスプレイは、近年開発された高輝度・高効率の緑色や青色の発光ダイオードと、既存の高効率の赤色発光ダイオードとを組み合わせ、画素を構成したものが開発されている。この場合、1画素を3つの発光ダイオードで構成するため、通常のパソコン程度の画素数(480×600)でも約90万個の発光ダイオードが必要となる。従って、将来発光ダイオードの価格が1個10円程度に下がったとしても、発光ダイオードのコストだけでも1千万円程度と高価格になり、家庭や小会議室で用いるには不向きである。

【0006】上述した平面ディスプレイの有する問題を回避するものとして、プロジェクタ装置が製品化されている。このプロジェクタ装置は、従来より、光源や空間光変調器、3原色分離合成用光学系等の種類により色々なタイプのプロジェクタ装置が商品化されており、空間光変調器としては、透過型あるいは反射型の液晶空間光変調器や、2次元マイクロ偏向ミラーアレイ等の各種のものがある。プロジェクタ装置では、画像表示部として画像光を投影するスクリーンないし白色の壁があればよく、像表示部は軽量にできる、また、使用場所の広さに応じて画面サイズを自由に換えられる等の利点がある。また、空間光変調器で形成された画像光を投影レンズを用いて数十倍に拡大投影するため、空間光変調器自体は2~3インチと通常のディスプレイに比べて非常に小型のものでよく、低価格化の可能性を内包した装置であると言える。

【0007】図11は、従来のプロジェクタ装置として空間光変調器に液晶空間光変調器を用いたものを示す(光学、Vol. 25、No. 6、P. 301、1996参照)。このプロジェクタ装置100は、白色光を発光するメタルハライドランプ101、およびこのランプ101の出力光を一旦集光した後、所定の方向に反射する放物線状のリフレクタ102からなる光源部103と、光源部103からの光103aを略平行光104aにするコリメータレンズ104と、略平行光104aからR(赤)、G(緑)、B(青)の3原色光Lr、Lg、Lbにそれぞれ分離するダイクロイックミラー105R、105G、105Bと、R、G、Bの3原色光L

4

r、Lg、Lbに各色の画像信号に応じて透過光量に変化する空間変調をそれぞれ施す液晶空間光変調器106R、106G、106Bと、液晶空間光変調器106R、106G、106Bによって空間変調されたR、G、Bの3原色光Lr、Lg、Lbを合成するダイクロイックミラー107R、107G、107Bと、ダイクロイックミラー107R、107G、107Bによって一本の光束(Lr、Lg、Lb)に合成された画像光109aをスクリーン108に拡大投影する投影レンズ109とを備えている。

【0008】このプロジェクタ装置100において、光源部103からの光103aは、コリメータレンズ104で略平行光104aとなり、ダイクロイックミラー105R、105G、105BによってR、G、Bの3原色光Lr、Lg、Lbに分離された後、対応する液晶空間光変調器106R、106G、106Bで各色の画像信号に応じて透過光量に変化する空間変調が施され、対応するダイクロイックミラー107R、107G、107Bによって一本の光束(Lr、Lg、Lb)に合成された後、投影レンズ109によりスクリーン108に拡大投影される。このようにして、スクリーン108にフルカラー画像が大画面で表示される。

【0009】図12は、従来のプロジェクタ装置として空間光変調器に2次元マイクロ偏向ミラーアレイを用いたものを示す(Projection Display II, P. 193, 1996: Proceedings of SPIE, Vol. 2650)。なお、同図において、破線は変調前、実線は変調後を示す。このプロジェクタ装置200において、キセノンランプ201からの出力光は、リフレクタ202により集光され、コンデンサレンズ203、折り返しミラー204を介して色分離合成プリズムシステム205へ供給され、R、G、Bの3原色光に分離される。各3原色の成分は、特定の色に寄与する2次元マイクロ偏向ミラーアレイ(Digital Micromirror Device、以下略して「DMD」という。)207R、207G、207Bに供給される。DMD207R、207G、207Bは、16μm角のマイクロミラーが2次元に画素数に対応して配列されており、画像信号に応じてそれぞれのミラーを偏向することで、供給された各色の光から画像信号光を得る。この画像信号光は、色分離合成プリズムシステム205によって合成された後、投影レンズ208によってスクリーン(図示省略)に拡大されて投影される。このようにして、フルカラー画像がスクリーンに大画面で表示される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図11に示す従来のプロジェクタ装置100によると、以下の問題がある。

【0011】(1) 光利用効率が悪く、表示画面が暗い。

5

光源部 103 の集光効率は 50% 程度、ダイクロイックミラー 105R, 105G, 105B, 107R, 107G, 107B の色分離合成効率は 50% 程度、液晶空間光変調器 106R, 106G, 106B での偏光効率および開口率はそれぞれ 32%, 35%、投影レンズ 109 の投影効率は 80% であり、総合の光利用効率は 2% 程度と非常に悪くなり、表示画面が 80lm 程度に暗くなる。この主要原因は、メタルハライドランプ 101 の放電電極の間隔（電極間隔）が数ミリと大きく、かつ、出射光に指向性がないことと、液晶空間光変調器 106R, 106G, 106B の開口を 3 インチ程度以下と小さく、かつ、それへの入射光をほぼ均一な光強度分布を有する平行光としなければならないことのため、集光効率が低くなることにある。

【0012】(2) 消費電力が大きい。光利用効率が悪いことから、メタルハライドランプ 101 のように高輝度の光源を使用しなければならず、そのために消費電力が 150W と大きくなり、電源部の大型化に伴い、プロジェクタ装置も大型になる。

【0013】(3) ランプの寿命が短い。集光効率を上げるために電極間隔を 3 ミリ程度と短くする努力がなされているが、電極間隔とランプ寿命とは相反的であり、また入力も大きく取れなく（せいぜい 150W）、輝度がむしろ低下する等の問題がある。また、寿命自体問題であり、7 ミリ間隔のものですら中心強度が 50% 低下するまでの時間で評価して 1000 時間である（照明学会誌、第 77 巻、第 12 号、P. 748、平成 5 年）。これは 8 時間/日の使用頻度で 4 か月程度の寿命となり、頻繁なランプ交換が必要となる。しかし、ランプ表面は高温となるため、わずかでも汚れがあるとランプが爆発する危険がある、ランプに位置ずれがあると集光効率が下がったり、画質が低下する等の問題があり、素人によるランプ交換は難しい。

【0014】これらのことが、高価格であることの外に、プロジェクタ装置が家庭や小会議室等になかなか普及しないことの大きな原因である。

【0015】また、図 12 に示す従来のプロジェクタ装置 200 によると、DMD 207R, 207G, 207B ではマイクロミラーにアルミニウム蒸着膜を使用しているため、反射率は 90% 程度と高いので、この方式では空間光変調器での光損失は少ないが、図 11 に示す従来のプロジェクタ装置 100 と同様の問題を有している。すなわち、集光効率と色分離合成効率がそれぞれ 50% 程度と低くこれらが光利用効率を数% 以下まで下げており、表示画面も暗くなる。また、キセノンランプ 201 の消費電力が大きく、ランプ寿命が短くて頻繁なランプ交換を要する。

【0016】従って、本発明の目的は、光利用効率の向上を図り、表示画面の明るいプロジェクタ装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、低消費電力

6

化を図ったプロジェクタ装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、光源の長寿命化を図ったプロジェクタ装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するため、指向性を有する複数の出力光を出射する複数の半導体発光素子からなる発光素子アレイと、前記複数の半導体発光素子から出射された前記複数の出力光を所定のサイズの平行光に整形する整形光学系と、前記所定のサイズに対応した画素領域を有し、前記平行光に画像信号に応じた空間変調を画素毎に施して画像信号光を出力する空間光変調手段と、前記空間光変調手段によって空間変調された前記画像信号光をスクリーンに拡大して投影する投影光学系を備えたことを特徴とするプロジェクタ装置を提供する。

【0018】

【発明の実施の形態】図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態に係るプロジェクタ装置を示す。このプロジェクタ装置 1 は、R（赤）、G（緑）、B（青）の 3 原色光 Lr, Lg, Lb を発光する発光素子アレイ部 2 と、発光素子アレイ部 2 から 3 原色光 Lr, Lg, Lb を平行光に整形する整形光学系 3 と、平行光に整形された 3 原色光 Lr, Lg, Lb に各色の画像信号 S に応じて透過光量に変化する処理（空間変調）を施す空間光変調部 4 と、空間光変調部 4 によって空間変調された 3 原色光 Lr, Lg, Lb を合成する合成光学系 5 と、合成光学系 5 によって合成された画像光 7a をスクリーン 6 に拡大投影する投影レンズの如き投影光学系 7 と、発光素子アレイ部 2 を駆動する発光素子アレイ部ドライバー 8 と、空間光変調部 4 を駆動する空間光変調部ドライバー 9 と、画像信号 S に基づいて発光素子アレイ部ドライバー 8 および空間光変調部ドライバー 9 を制御する制御部 10 とを具備し、この第 1 の実施の形態では、発光素子アレイ部 2 に半導体発光素子としての発光ダイオード（以下「LED」という。）を用いている。

【0019】発光素子アレイ部 2 は、赤色光 Lr を発光する赤色 LED アレイ 20R と、緑色光 Lg を発光する緑色 LED アレイ 20G と、青色光 Lb を発光する青色 LED アレイ 20B と、各 LED アレイ 20R, 20G, 20B の前面にそれぞれ配置されたマスク 21 とを備えている。

【0020】整形光学系 3 は、発光素子アレイ部 2 から 3 原色光 Lr, Lg, Lb を平行光に整形する 2 次元のマイクロレンズアレイ 30 と、マイクロレンズアレイ 30 によって整形された 3 原色光 Lr, Lg, Lb を空間光変調部 4 の後述する液晶空間光変調器 40R, 40G, 40B の開口に対応して縮小する、凸レンズ 31 および凹レンズ 32 を組み合わせて構成された縮小光学系 33 とを備えている。なお、マイクロレンズアレイ 30 の代わりに、ガラス等の透明媒体からなる微小な凹凸面

10

20

30

40

50

7

を有するホモジナイザ等を用いてもよい。この場合は、LEDアレイ20R、20G、20Bからの入射光が微小凹凸面により散乱され、この微小凹凸面が2次的な光源面として機能し、この散乱光は縮小光学器33によって平行光に整形される。

【0021】空間光変調部4は、発光素子アレイ部2からの3原色光Lr、Lg、Lbに空間変調を画素毎に施す液晶空間光変調器40R、40G、40Bと、各液晶空間光変調器40R、40G、40Bの前段にそれぞれ配置された2次元の微小レンズアレイ41と、各液晶空間光変調器40R、40G、40Bの後段にそれぞれ配置されたコリメータレンズ42とからなる。

【0022】合成光学系5は、液晶空間光変調器40Rによって空間変調された赤色光Lrを反射するダイクロイックミラー5Rと、液晶空間光変調器40Gによって空間変調された緑色光Lgを反射するとともに、ダイクロイックミラー5Rからの赤色光Lrを透過させるダイクロイックミラー5Gと、液晶空間光変調器40Bによって空間変調された青色光Lbを透過させるとともに、ダイクロイックミラー5Gからの赤色光Lrおよび緑色光Lgを反射させ、1つの光束(Lr、Lg、Lb)に合成するダイクロイックミラー5Bとからなる。

【0023】制御部10は、各色のビデオ信号等の画像信号Sに基づいて、発光素子アレイ部ドライバー8に対し、発光素子アレイ部2の発光素子の点灯制御を行うとともに、空間光変調部ドライバー9に対し、空間光変調部4における通過(反射)の光量制御を行うものである。この光量制御により多階調(フルカラー)の画像表示が可能になる。また、制御部10は、水平および垂直ブランキング期間は、LEDアレイ20R、20G、20Bを消灯するように発光素子アレイ部ドライバー8を制御するようになっている。

【0024】次に、発光素子アレイ部2および整形光学系3の詳細について図2および図3を参照して説明する。

【0025】図2は、LEDの出力光の指向性を示し、図3は、発光素子アレイ部2と整形光学系3との関係を示す。各LEDアレイ20R、20G、20Bは、共に、図2に示すような出力光の光量分布22aを有したサイズ3mmφのLED22を図3に示すように基板23上に配列ピッチ4mmで2次元に588(21×28)個配列し、アレイサイズを約84×112mmとし、LED22を行単位(28個)で直列に配線し、かつ、各行を並列に配線したものである。LED22を2次元に配列することにより、必要な光束を得ることができる。また、各LEDアレイ20R、20G、20Bのサイズの縦横比を3:4とし、後述する液晶空間光変調器40R、40G、40Bのそれと合わせることで、光利用効率をさらに高めることができる。半導体発光素子(ここではLED22)の出力光は、指向性が強く、発

8

光部面積も小さいため、集光効率が高くなる。また、半導体発光素子のスペクトル幅が数十nm以下と比較的狭い単色光を出力するので、色合成効率が高くなる。

【0026】マスク21は、図3に示すように、開口部21aによって各LED22の出力光22aのうち周辺部をカットし、中心部の出力光22bのみを透過させるものである。

【0027】マイクロレンズアレイ30は、図3に示すように、LEDアレイ20R、20G、20Bの各LED22の光軸と一致するように正方形の複数のマイクロレンズ30aを隙間なく2次元に配列し、各マイクロレンズ30aの焦点距離をLEDアレイ20R、20G、20Bとマイクロレンズアレイ30との距離D<sub>1</sub>にほぼ等しくしている。また、マイクロレンズアレイ30の各マイクロレンズ30aの開口数WをLED22の中心部の出力光22bの広がり角(約30度)θに対応させている。これにより、LED22の出力光22bは、ほぼ均一な光強度分布を有する平行光30bとなる。

【0028】図4は、縮小光学器33の詳細を示す。縮小光学器33は、マイクロレンズアレイ30の各マイクロレンズ30aからの平行光30bを凸レンズ31と凹レンズ32によって縮小して微小レンズアレイ41を通して液晶空間光変調器40R、40G、40Bに平行光33aとして入射させるようになっている。縮小光学器33の縮小率は、各液晶空間光変調器40R、40G、40BのサイズとLEDアレイ20R、20G、20Bのサイズの比率より若干小さい値(例えば、0.55/1)とする。これにより、整形光学系3からの平行光30bを再度平行光33aとして液晶空間光変調器40R、40G、40Bにほぼ均一に照射することができる。

【0029】図5は、空間光変調部4の詳細を示す。微小レンズアレイ41は、空間光変調器40R、40G、40Bの各画素にそれぞれ対向して配置された微小レンズ41aからなる。液晶空間光変調器40R、40G、40Bは、薄膜トランジスタ(TFT)によって駆動される画素領域が45×60mm(3型)のものをを用いている。液晶空間光変調器40R、40G、40Bは、液晶400を介して一対の透明電極401、401が対向するように配置された前側基板402および後側基板403と、前側基板402の前側に配置され、直線偏光を形成する偏向子(ポーライザ)404と、後側基板403の後側に配置され、偏向子404との間でクロスニコルを形成するように構成された検光子(アナライザ)405とを備えている。液晶空間光変調器40R、40G、40Bに入射する平行光30bは、微小レンズアレイ41を通り、偏向子404で直線偏光となり、液晶400で空間光変調部ドライバー9から一対の透明電極401、401に印加される電圧に応じて直線偏光の方向が変化する。従って、一対の透明電極401、401に

印加する電圧を変化させることにより、透過光量が0～100%の範囲で変化する。

【0030】図5に示すように、微小レンズアレイ41の微小レンズ41aの焦点距離を微小レンズアレイ41と液晶空間光変調器40R、40G、40Bの各画素との距離D<sub>2</sub>にはほぼ等しくし、また、コリメータレンズ42の焦点距離を液晶空間光変調器40R、40G、40Bの各画素とコリメータレンズ42との距離D<sub>3</sub>にはほぼ等しくしている。これにより、縮小光学器33からの平行光33aが効率良く液晶空間光変調器40R、40G、40Bの各画素に集光され、かつ、液晶空間光変調器40R、40G、40Bの透過後は再度平行光42aに整形される。従って、液晶空間光変調器40R、40G、40Bの開口による光のけられがなくなり、光利用効率は大幅に向上する。一般に液晶の開口率は30%余りなので、光利用効率は約3倍向上する。

【0031】次に、上述した第1の実施の形態に係るプロジェクタ装置1の動作を説明する。制御部10は、各色の画像信号Sに基づいて発光素子アレイ部ドライバー8および空間光変調部ドライバー9を制御する。発光素子アレイ部ドライバー8は、制御部10の点灯制御により発光素子アレイ部2の各LEDアレイ20R、20G、20Bを駆動する。空間光変調部ドライバー9は、制御部10の光量制御により空間光変調部4の各液晶空間光変調器40R、40G、40Bを駆動する。赤色LEDアレイ20Rは赤色光L<sub>r</sub>を発光し、緑色LEDアレイ20Gは緑色光L<sub>g</sub>を発光し、青色LEDアレイ20Bは青色光L<sub>b</sub>を発光する。各LEDアレイ20R、20G、20Bで発光した赤色光L<sub>r</sub>、緑色光L<sub>g</sub>および青色光L<sub>b</sub>は、マスク21によって周辺部がカットされた後、整形光学系3のマイクロレンズアレイ30を構成するマイクロレンズ30aによって平行光30bに整形され、縮小光学器33によって縮小され、空間光変調部4に平行光33aとして入射する。空間光変調部4に入射した平行光33aは、微小レンズアレイ41の各微小レンズ41aによって対応する液晶空間光変調器40R、40G、40Bの液晶400に集光し、液晶空間光変調器40R、40G、40Bを透過した後は、コリメータレンズ42によって再度平行光42aに整形される。発光素子アレイ部2からのR、G、Bの3原色光L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>は、空間光変調部4を通過する際に、空間光変調部ドライバー9によって各色の画像信号Sに応じて通過光量が変化する空間変調が画素毎に施される。液晶空間光変調器40Rによって空間変調された赤色光L<sub>r</sub>は、ダイクロイックミラー5Rで反射し、ダイクロイックミラー5Gを透過してダイクロイックミラー5Bで反射する。液晶空間光変調器40Gによって空間変調された緑色光L<sub>g</sub>は、ダイクロイックミラー5Gで反射し、さらにダイクロイックミラー5Bで反射する。液晶空間光変調器40Bによって空間変調された青色光L<sub>b</sub>

は、ダイクロイックミラー5Bを透過する。従って、ダイクロイックミラー5Bで赤色光L<sub>r</sub>、緑色光L<sub>g</sub>、青色光L<sub>b</sub>が1つの光束(L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>)に合成される。投影光学系7は、合成された画像光7aをスクリーン6に拡大投影する。このようにして、フルカラー画像がスクリーン6に大画面で表示される。

【0032】次に、上記第1の実施の形態に係るプロジェクタ装置1の効果を説明する。

(イ) 光利用効率が向上し、明るい表示画面が得られる。  
R、G、Bの各色別の光源を用いているので、色分離が不要となり、色分離時の光損失を避けることができる。このため、従来の光源に比べて集光効率と色合成効率の積を0.77と従来の3倍以上に高めることが可能になる。また、指向性良く集光できるため、投影光学系7の投影効率を85%以上に高くできる。この結果、この装置1の光学系における光透過効率は、発光素子アレイ部2および整形光学系3では90%、空間光変調部4では開口による光のけられがなくなり、偏向子404、検光子405による減衰が主となるため、従来の約3倍の35%、合成光学系5では85%、投影光学系7では85%となるので、総合的光利用効率は約23%と従来の約11倍に向上した。また、R、G、BのLED22の出力光の波長、色度座標、出力が、それぞれ650nm：(0.7、0.28)：10mW、520nm：(0.17、0.7)：3.5mW、450nm：(0.13、0.075)：2mWであるので、合成白色光の色度座標は(0.36、0.37)で僅かに黄色味があった白色となり、全アレイ20R、20G、20Bの明るさは約2,000lmが得られた。従って、投影光束である画像光7aとして460lmと従来の5.8倍の明るさが得られた。

【0033】(ロ) 低消費電力化を達成できる。LED22の1個当たりの消費電力は、R、G、Bそれぞれ40mW、55mW、70mW（電流は各20mA）であるので、連続点灯した時の全消費電力は約100Wとなった。LED22の1個当たりの動作電圧は2～3.6Vであり、LEDアレイ20R、20G、20Bの動作電圧と電流を扱い易い値(<100V、<1A)に抑えるために、LEDアレイ20R、20G、20B中のLED22を行単位(28個)で直列に配線し、かつ、各行を並列に配線しているため、LEDアレイ20R、20G、20B毎の動作電圧と電流は、それぞれ40～80V、0.56Aとなった。また、各LEDアレイ20R、20G、20Bは、水平ブランキング(NTSC信号では約13%)と垂直ブランキング(8%)の期間は消灯した。これにより、約2割の電力と発熱量の低減が図られ、LEDアレイ20R、20G、20Bの全消費電力は約80W以下と従来の約1/2に抑えられた。

【0034】(ハ) 光源の長寿命化が図れる。光源であるLED22の寿命は1万時間以上と従来の10倍以上で

11

あるため、光源の大幅な長寿命化が図れ、8時間/日程度の使用頻度で4年近く継続して使用可能になる。

【0035】図6は、本発明の第2の実施の形態に係るプロジェクタ装置を示す。この第2の実施の形態に係るプロジェクタ装置1は、発光素子アレイ部2に、直線偏光の赤色レーザ光 $L_r'$ を発光する面発光レーザ(VCSEL)アレイ24を用い、空間光変調部4に、直線偏光形成用の偏向子を設けていない液晶空間光変調器40R'を用い、整形光学系3に拡大光学器34を用いたものであり、他は第1の実施の形態と同様に構成されている。

【0036】2次元アレイ部2Bは、赤色レーザ光 $L_r'$ を発光する面発光レーザ(VCSEL)アレイ24の他に、面発光レーザ(VCSEL)アレイ24の前面に配置された第1の実施の形態と同様のマスク21を備えている。VCSELアレイ24は、出力光( $L_r'$ )の波長とパワーがそれぞれ650nm、10mW、広がり角が約8度のVCSEL素子を、単一のGaAs基板上に配列ピッチ100 $\mu$ mで2次元アレイ状に300(15 $\times$ 20)個配列し、アレイサイズを約9 $\times$ 12mmとしたものである。また、VCSELアレイ24中の各VCSEL素子は、一般に陰極が共通で陽極が個別電極を有するように形成されているが、本実施の形態のVCSELアレイ24は、VCSEL素子の陽極を行単位で直列に結合し、かつ、各行を並列に結合している。

【0037】整形光学系3は、VCSELアレイ24からの赤色レーザ光 $L_r'$ を平行光に整形する2次元のマイクロレンズアレイ30と、マイクロレンズアレイ30によって整形された赤色レーザ光 $L_r'$ を空間光変調部4の液晶空間光変調器40R'の開口に対応して拡大する、凹レンズ32および凸レンズ31を組み合わせて構成された拡大光学器34とを備えている。また、マイクロレンズアレイ30とVCSELアレイ24との距離D4は、マイクロレンズアレイ30の各マイクロレンズの焦点距離とほぼ等しく、1.4mmとしている。なお、マイクロレンズアレイ30の代わりにホモジナイザを用いてもよい。

【0038】空間光変調部4の液晶空間光変調器40R'は、図5に示す偏向子404を設けず、かつ、図5に示す検光子405の透過偏波面とVCSELアレイ24の出力光の偏波面とが直交するように、すなわち、両者でクロスニコルを形成するように検光子405を構成している。これにより、偏向子404による光減衰がないため、空間光変調部4の透過率を2倍以上に改善できる。

【0039】次に、上述した第2の実施の形態に係るプロジェクタ装置1の動作を説明する。制御部10は、画像信号Sに基づいて発光素子アレイ部ドライバー8および空間光変調部ドライバー9を制御する。発光素子アレイ部ドライバー8は、制御部10の点灯制御によりVC

12

SELアレイ24を駆動する。空間光変調部ドライバー9は、制御部10の光量制御により液晶空間光変調器40R'を駆動する。VCSELアレイ24は、直線偏光の赤色レーザ光 $L_r'$ を発光し、その赤色レーザ光 $L_r'$ は、マスク21によって周辺部がカットされた後、マイクロレンズアレイ30によって平行光に整形され、拡大光学器34によって拡大され、空間光変調部4に平行光として入射する。空間光変調部4に入射した平行光は、微小レンズアレイ41によって液晶空間光変調器40R'の液晶400に集光し、液晶空間光変調器40R'を透過した後は、コリメータレンズ42によって再度平行光に整形される。VCSELアレイ24からの赤色レーザ光 $L_r'$ は、空間光変調部4を通過する際に、空間光変調部ドライバー9によって画像信号Sに応じて通過光量に変化する空間変調が画素毎に施される。液晶空間光変調器40R'によって空間変調された赤色レーザ光 $L_r'$ は、投影光学系7によって画像光7aとしてスクリーン6に拡大投影される。このようにして、赤色からなる多階調の画像がスクリーン6に大画面で表示される。

【0040】上記第2の実施の形態に係るプロジェクタ装置1によれば、以下の効果が得られる。

(イ) 光利用効率が向上し、明るい表示画面が得られる。この装置1の光学系における光透過効率は、VCSELアレイ24および整形光学系3では90%、空間光変調部4では開口による光のけられがなくなり、偏光子404による光減衰がないために90%、投影光学系7では85%であるので、総合の光利用効率は61%と従来の約30倍に向上した。また、全出力光束の明るさで約220lmが得られ、投影光束である画像光7aとして135lmと従来の約1.7倍の明るさが得られた。

【0041】(ロ) 低消費電力化を達成でき、小型化が図れる。VCSEL素子の1個当たりの動作電圧は2.5V、動作電流値は40mAである。VCSELアレイ24のVCSEL素子の陽極を行単位で直列に結合し、かつ、各行を並列に結合しているため、第1の実施の形態と同様に全電圧を適当な値(1A以下、100V以下)に抑えることができた。また、第1の実施の形態と同様に、VCSELアレイ24は、水平および垂直ブランキング期間は消灯した。この結果、第1の実施の形態と同様に約2割の消費電力と発熱の低減が図れ、VCSELアレイ24の消費電力は30Wと従来の約1/5に抑えられた。また、光源面積を微小化できることから、プロジェクタ装置の小型化が図れる。

【0042】(ハ) 光源の長寿命化が図れる。第1の実施の形態と同様に、光源であるVCSEL素子の寿命は1万時間以上と従来の10倍以上であるため、光源の大幅な長寿命化が図れる。

【0043】なお、レーザダイオードを画像表示に使用した場合、出力光の可干渉長さが長いために、スペック



ルノイズや眼球による網膜への集光が問題となるが、液晶空間光変調器40R'の液晶の各画素がレーザー光Lr'に対して位相シフトとして働くために、画素間での干渉性が薄れるため、本実施の形態では問題とならなかった。また、緑色や青色のVCSEL素子も開発中であるが、実用化されれば、上記の赤色用のプロジェクタ装置と同様の構成で使うことができ、また、上記赤色、緑色、青色の画像変調光を合成することにより、フルカラーのプロジェクタ装置が実現できることは言うまでもない。また、本実施の形態では2次元の面発光レーザーアレイを使用したのが、小型のプロジェクタ装置の場合には、1次元の面発光レーザーアレイを用いても実現可能である。

【0044】図7は、本発明の第3の実施の形態に係るプロジェクタ装置を示す。この第3の実施の形態に係るプロジェクタ装置1は、発光素子アレイ部2に、直線偏光の赤色レーザー光Lr'を発光する端面発光型の半導体レーザー(LD)アレイ25R、および直線偏光の青色レーザー光Lb'を発光する同じく端面発光型のLD25Bを用い、空間光変調部4に、第2の実施の形態と同様に、直線偏光形成用の偏向子を設けていない液晶空間光変調器40R'、40B'を用い、整形光学系3に、第2の実施の形態と同様に、拡大光学器34を用いたものであり、他は第1の実施の形態と同様に構成されている。

【0045】整形光学系3は、LDアレイ25Rからの赤色レーザー光Lr'、およびLDアレイ25Bからの青色レーザー光Lb'を平行に整形するマイクロシリンダリカルレンズアレイ35およびシリンダリカルレンズ36と、凹レンズ32および凸レンズ31を組み合わせて構成された拡大光学器34とを備えている。

【0046】次に、発光素子アレイ部2および整形光学系3の詳細について図8および図9(a)、(b)を参照して説明する。

【0047】図8は、LDの出力光の指向性を示し、図9は、発光素子アレイ部2と整形光学系3との関係を示す。なお、図9の(a)、(b)はそれぞれ側面図、正面図である。赤色レーザー光Lr'を発光するLDアレイ25Rに、例えば、波長640nm、出力30mW、素子1個当たりの消費電力220mW、アレイ25R全体の消費電力11WのAlGaInPレーザを用いる。青色レーザー光Lb'を発光するLDアレイ25Bに、例えば、波長450nm、出力20mW、素子1個当たりの消費電力500mW、アレイ25B全体の消費電力25WのInGaAs系レーザを用いる。LDは、図8に示すように、GaAs基板250の発振部251からの出力光252が、端面253から基板250に対して平行方向に出力され、その出力光252は、基板250に対する垂直方向の広がり角 $\theta_v$ が約30度、水平方向の広がり角 $\theta_h$ が約8度であり、また基板250の面に平行な方向

に偏光している。また、LDアレイ25R、25Bは、図9(a)、(b)に示すように、上記のLDをGaAs基板250上に発振部251を配列ピッチ100 $\mu$ mで1次元アレイ状に50個配列し、アレイ長約5mmとしている。これにより、必要光束を得ることができる。

【0048】マイクロシリンダリカルレンズアレイ35は、図9(b)に示すように、LDアレイ25R、25Bの長手方向に曲率を有し、焦点距離0.7mm、幅100 $\mu$ mのマイクロシリンダリカルレンズ35aをLDアレイ25R、25Bの長手方向に1次元に配列している。マイクロシリンダリカルレンズアレイ35とLDアレイ25R、25Bとの距離D5は、マイクロシリンダリカルレンズ35aの焦点距離とほぼ等しい0.7mmである。

【0049】シリンダリカルレンズ36は、図9(a)に示すように、LDアレイ25R、25Bの垂直方向に曲率を有し、焦点距離15mm、マイクロシリンダリカルレンズアレイ35と垂直方向の幅4mmを有している。シリンダリカルレンズ36とLDアレイ25R、25Bとの距離D6は、シリンダリカルレンズ36の焦点距離とほぼ等しい15mmである。

【0050】上記のようにマイクロシリンダリカルレンズアレイ35およびシリンダリカルレンズ36を構成することにより、縦横比3:4(約3.8 $\times$ 5.1mm)ではほぼ均一な光強度分布を有する平行光36aが得られる。

【0051】拡大光学器34は、シリンダリカルレンズ36からの平行光36aを液晶空間光変調器40R'、40B'全面に照射し得る拡大率を有している。この実施の形態では、LDアレイ25R、25Bの平行光36aのサイズはいずれも3.8 $\times$ 5.1mmなので、拡大率を約12倍とした。

【0052】次に、上述した第3の実施の形態に係るプロジェクタ装置1の動作を説明する。制御部10は、各色の画像信号Sに基づいて発光素子アレイ部ドライバー8および空間光変調部ドライバー9を制御する。発光素子アレイ部ドライバー8は、制御部10の点灯制御により発光素子アレイ部2の各LDアレイ25R、25Bを駆動する。空間光変調部ドライバー9は、制御部10の光量制御により空間光変調部4の各液晶空間光変調器40R'、40B'を駆動する。赤色LDアレイ25Rは赤色レーザー光Lr'を発光し、青色LDアレイ25Bは青色レーザー光Lb'を発光する。各LDアレイ25R、25Bで発光した赤色レーザー光Lr'および青色レーザー光Lb'は、マスク21によって周辺部がカットされた後、整形光学系3のマイクロシリンダリカルレンズアレイ35とシリンダリカルレンズ36によって平行光36aに整形され、拡大光学器34によって拡大され、空間光変調部4に平行光として入射する。空間光変調部4に入射した平行光は、微小レンズアレイ41によって対応

する液晶空間光変調器40R'、40B'の液晶400に集光し、液晶空間光変調器40R'、40B'を透過した後は、コリメータレンズ42によって再度平行光に整形される。LDアレイ25R、25Bからの赤色レーザー光Lr'および青色レーザー光Lb'は、空間光変調部4を通過する際に、空間光変調部ドライバー9によって各色の画像信号Sに応じて通過光量に変化する空間変調が画素毎に施される。液晶空間光変調器40R'によって空間変調された赤色レーザー光Lr'は、ダイクロイックミラー5Rで反射し、さらにダイクロイックミラー5Bで反射する。液晶空間光変調器40B'によって空間変調された青色レーザー光Lb'は、ダイクロイックミラー5Bを透過する。従って、ダイクロイックミラー5Bで赤色レーザー光Lr'と青色レーザー光Lb'が1つの光束(Lr', Lb')に合成される。投影光学系7は、合成された画像光7aをスクリーン6に拡大投影する。このようにして、赤色、青色、赤色と青色の混色からなる多階調のカラー画像がスクリーン6に大画面で表示される。

【0053】上記第3の実施の形態に係るプロジェクタ装置1によれば、以下の効果が得られる。

(イ) 光利用効率が向上し、明るい表示画面が得られる。この装置1の光学系における光透過効率は、発光素子アレイ部および整形光学系3では85%、空間光変調部4では開口による光のけられがなくなり、偏光子404による光減衰がないために90%、投影光学系7では85%であるので、総合的光利用効率は58%と従来の約2.9倍に向上した。また、投影光束である画像光8aとして130lmと従来の約1.6倍の明るさが得られた。

【0054】(ロ) 低消費電力化を達成でき、小型化が図れる。発光効率の高いLDを用い、第1および第2の実施の形態と同様に水平および垂直のブランキング期間は、LDアレイ25R、25Bを消灯しているので、約2割の消費電力と発熱の低減が図れ、消費電力は40Wと従来の約1/4に抑えられた。また、発光部面積を微小化できることから、プロジェクタ装置の小型化が図れる。

【0055】(ハ) 光源の長寿命化が図れる。第1の実施の形態と同様に、光源であるLDの寿命は1万時間以上と従来の10倍以上であるため、光源の大幅な長寿命化が図れる。

【0056】なお、レーザーダイオードを画像表示に使用した場合、出力光の可干渉長さが長いために、スペックルノイズや眼球による網膜への集光が問題となるが、液晶空間光変調器40R、40Bの液晶の各画素がレーザー光Lr'、Lb'に対して位相シフトとして働くために、画素間での干渉性が薄れるため、第2の実施の形態と同様に本実施の形態でも問題とならなかった。また、第3の実施の形態では、端面発光レーザーの1次元アレイを使用した

た2次元端面発光レーザーアレイを使用してもよい。これにより、さらに明るい光束が得られる。また、緑色LDも開発中であるが、実用化されれば、上記の青色と赤色のLDアレイとを使用してフルカラーのプロジェクタ装置が実現できることは言うまでもない。また、第1の実施の形態で使用した緑色のLEDアレイを併用することでフルカラーを達成することも可能であり、これによって第1の実施の形態と比べて赤色と青色の光透過効率が高い分、第1の実施の形態よりも低消費電力化が図れる。

【0057】図10は、本発明の第4の実施の形態に係るプロジェクタ装置を示す。この第4の実施の形態に係るプロジェクタ装置1は、空間光変調部4に、2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43R、43G、43Bを用いたものであり、他は第1の実施の形態と同様に構成されている。

【0058】空間光変調部4は、赤色LEDアレイ20Rからの赤色光Lrに空間変調を画素毎に施す2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43Rと、緑色LEDアレイ20Gからの緑色光Lgに空間変調を画素毎に施す2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43Gと、青色LEDアレイ20Bからの青色光Lbに空間変調を画素毎に施す2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43Bと、2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43R、43G、43Bに入射したR、G、Bの3原色光Lr、Lg、Lbの無効反射光を受光するストッパー44とを備えている。2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43R、43G、43Bは、16μm程度の正方形のマイクロ偏向ミラーが半導体基板上にピボットによって2次元アレイ状に配列されて、画素数1,280×1,024ドット、サイズ約17×22mmを有している。各マイクロ偏向ミラーは、空間光変調部ドライバー9の駆動によって半導体基板上にアレイ状に形成されたトランジスタがオンして発生する静電力に基づいて偏向し、LEDアレイ20R、20G、20Bからの3原色光Lr、Lg、Lbを有効反射光とする場合は、3原色光Lr、Lg、Lbをダイクロイックミラー5R、5G、5Bに反射し、無効反射光とする場合は、3原色光Lr、Lg、Lbをストッパー44に反射するようになっている。

【0059】整形光学系3の縮小光学器33の縮小率は、2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43R、43G、43Bのサイズが、図1に示す液晶空間光変調器40R、40G、40Bのサイズの1/3であるため、第1の実施の形態の約3倍の0.2/1としている。

【0060】制御部10は、画像信号Sに基づいて、発光素子アレイ部ドライバー8に対し、発光素子の点灯制御を行うとともに、空間光変調部ドライバー9に対し、2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43R、43G、43Bの各マイクロ偏向ミラーが、LEDアレイ20R、20G、20Bからの3原色光Lr、Lg、Lbをダイクロイックミラー5R、5G、5Bに有効光として反射す

る時間を制御する光量制御を行うようになっている。

【0061】上記第4の実施の形態に係るプロジェクタ装置1の動作を説明する。制御部10は、各色の画像信号Sに基づいて発光素子アレイ部ドライバー8および空間光変調部ドライバー9を制御する。発光素子アレイ部ドライバー8は、制御部10の点灯制御により発光素子アレイ部2の各LEDアレイ20R、20G、20Bを駆動する。空間光変調部ドライバー9は、制御部10の光量制御により空間光変調部4の各2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43R、43G、43Bを駆動する。赤色LEDアレイ20Rは赤色光L<sub>r</sub>を発光し、緑色LEDアレイ20Gは緑色光L<sub>g</sub>を発光し、青色LEDアレイ20Bは青色光L<sub>b</sub>を発光する。各LEDアレイ20R、20G、20Bで発光した赤色光L<sub>r</sub>、緑色光L<sub>g</sub>および青色光L<sub>b</sub>は、マスク21によって周辺部がカットされた後、整形光学系3のマイクロレンズアレイ30を構成するマイクロレンズによって平行光に整形され、縮小光学器33によって縮小され、空間光変調部4に入射する。空間光変調部4に入射した発光素子アレイ部2からのR、G、Bの3原色光L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>は、空間光変調部4で反射する際に、空間光変調部ドライバー9によって各色の画像信号Sに応じて反射光量が変化する空間変調が画素毎に施される。すなわち、2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43R、43G、43Bは、LEDアレイ20R、20G、20Bからの3原色光L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>を有効反射光とする場合は、3原色光L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>をダイクロイックミラー5R、5G、5Bに反射し、無効反射光とする場合は、3原色光L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>をストッパー44に反射する。2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43Rによって有効反射光として空間変調された赤色光L<sub>r</sub>は、ダイクロイックミラー5Rで反射し、ダイクロイックミラー5Gを透過してダイクロイックミラー5Bをさらに透過する。2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43Gによって有効反射光として空間変調された緑色光L<sub>g</sub>は、ダイクロイックミラー5Gで反射してダイクロイックミラー5Bを透過する。2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43Bによって有効反射光として空間変調された青色光L<sub>b</sub>は、ダイクロイックミラー5Bで反射する。従って、ダイクロイックミラー5Bで赤色光L<sub>r</sub>、緑色光L<sub>g</sub>、青色光L<sub>b</sub>が1つの光束(L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>)に合成される。投影光学系7は、合成された画像光7aをスクリーン6に拡大投影する。このようにして、フルカラー画像がスクリーン6に大画面で表示される。

【0062】次に、上記第4の実施の形態に係るプロジェクタ装置1の効果を説明する。

(イ) 光利用効率が向上し、明るい表示画面が得られる。この装置1の光学系における光透過効率は、発光素子アレイ部2および整形光学系3では90%、2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43R、43G、43Bの反射率は

90%、合成光学系5では85%、投影光学系7では85%であるので、総合の光利用効率は約58%と従来の約2.9倍になった。また、第1の実施の形態と同様に全アレイ20R、20G、20Bの明るさは約2,000lmが得られた。従って投影光束としては1160lmと従来の約14.5倍の明るさが得られた。

【0063】(ロ) 低消費電力化を達成でき、小型化が図れる。発光効率の高いLEDを用いているので、第1の実施の形態と同様に、約2割の電力と発熱量の低減が図られ、LEDアレイ20R、20G、20Bの全消費電力は約80W以下と従来の約1/2に抑えられた。

【0064】(ハ) 光源の長寿命化が図れる。光源であるLED22の寿命は1万時間以上と従来より10倍以上の大幅な長寿命化が図れる。

【0065】なお、第4の実施の形態では、光源として2次元のLEDアレイ20R、20G、20Bを使用した。これに限らず、第2および第3の実施の形態で使用したVCSELアレイやLDアレイを使用して同様の効果を得ることができる。さらに、空間光変調器として2次元マイクロ偏向ミラーアレイ43R、43G、43Bの替わりに反射型液晶空間光変調器を使用しても同様の効果を得ることが可能である。

#### 【0066】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明によれば、光源の出力光が指向性を有しているため、光利用効率の大幅な改善を図ることができ、明るい表示画面が得られる。また、光源に発光効率の高い半導体発光素子を用いているので、低消費電力化が達成できる。また、光利用効率が高くなり、低消費電力化が図れることから、光源の長寿命化が図れる。この結果、家庭や小会議室等への普及が可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るプロジェクタ装置の構成図である。

【図2】第1の実施の形態に係るLEDの出力光の指向性を示す図である。

【図3】第1の実施の形態に係る発光素子アレイ部と整形光学系との関係を示す図である。

【図4】第1の実施の形態に係る縮小光学器の詳細を示す図である。

【図5】第1の実施の形態に係る空間光変調部の詳細を示す図である。

【図6】本発明の第2の実施の形態に係るプロジェクタ装置の構成図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態に係るプロジェクタ装置の構成図である。

【図8】第3の実施の形態に係る半導体レーザ(LD)の出力光の指向性を示す図である。

【図9】(a)は発光素子アレイ部および整形光学系との関係を示す側面図、(b)はその正面図である。

19

【図10】本発明の第4の実施の形態に係るプロジェクタ装置の構成図である。

【図11】空間光変調器に液晶空間光変調器を用いた従来のプロジェクタ装置の構成図である。

【図12】空間光変調器に2次元マイクロ偏向ミラーアレイを用いた従来のプロジェクタ装置の構成図である。

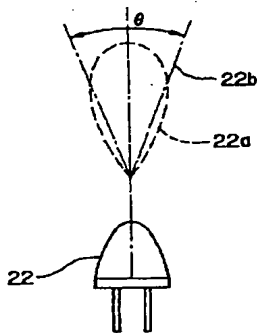
【符号の説明】

- 1 プロジェクタ装置
- 2 発光素子アレイ部
- 20R 赤色LEDアレイ
- 20G 緑色LEDアレイ
- 20B 青色LEDアレイ
- 21 マスク
- 21a 開口部
- 22 LED
- 22a, 22b 出力光
- 24 VCSELアレイ
- 25R, 25B 端面発光型の半導体レーザ(LD)アレイ
- 250 GaAs基板
- 251 発振部
- 252 出力光
- 253 端面
- 3 整形光学系
- 30 マイクロレンズアレイ
- 30a マイクロレンズ
- 30b, 33a 平行光
- 31 凸レンズ
- 32 凹レンズ
- 33 縮小光学器
- 34 拡大光学器
- 35 マイクロシリンダリカルレンズアレイ
- 35a マイクロシリンダリカルレンズ
- 36 シリンダリカルレンズ
- 36a 平行光

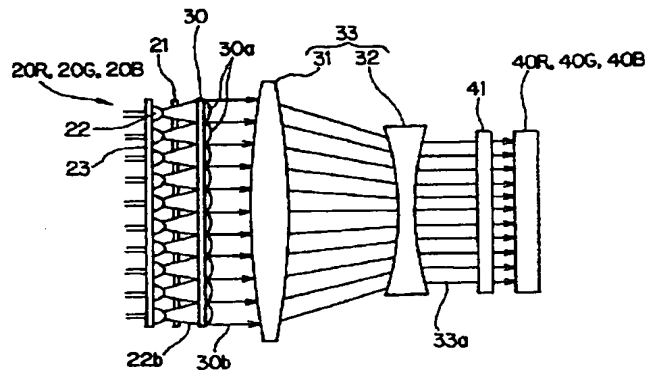
20

- \* 4 空間光変調部
- 40R, 40G, 40B, 40R', 40B' 液晶空間光変調器
- 41 微小レンズアレイ
- 41a 微小レンズ
- 42 コリメータレンズ
- 42a 平行光
- 43R, 43G, 43B 2次元マイクロ偏向ミラーアレイ
- 44 ストッパー
- 400 液晶
- 401 透明電極
- 402 前側基板
- 403 後側基板
- 404 偏向子
- 405 検光子
- 5 合成光学系
- 5R, 5G, 5B ダイクロイックミラー
- 6 スクリーン
- 7 投影光学系
- 7a 画像光
- 8 発光素子アレイ部ドライバー
- 9 空間光変調部ドライバー
- 10 制御部
- D1, D2, D3, D4, D5, D6 距離
- Lr 赤色光
- Lr' 赤色レーザ光
- Lg 緑色光
- Lb 青色光
- Lb' 青色レーザ光
- S 画像信号
- W 開口数
- $\theta$  広がり角
- $\theta_v$  垂直方向の広がり角
- \*  $\theta_h$  水平方向の広がり角

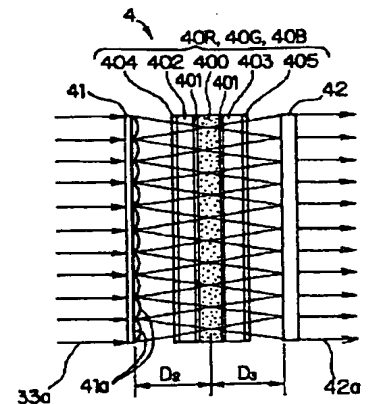
【図2】



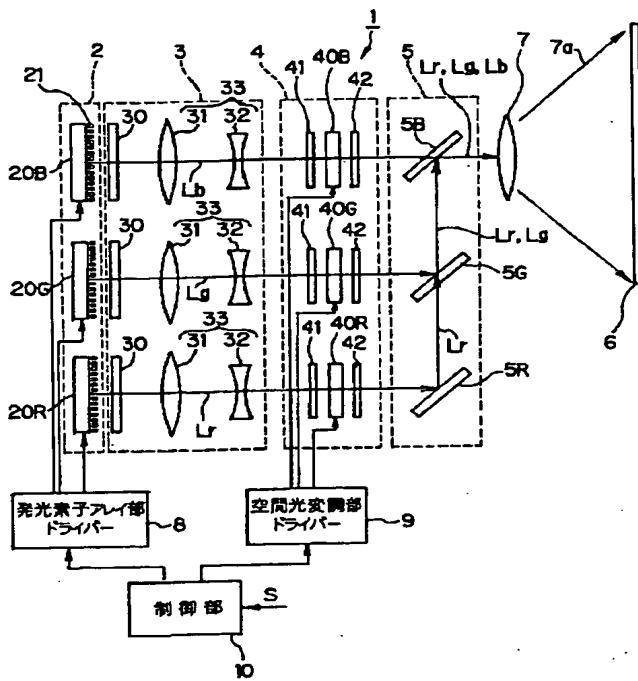
【図4】



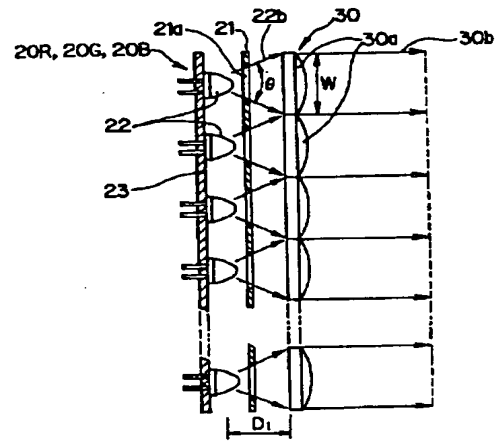
【図5】



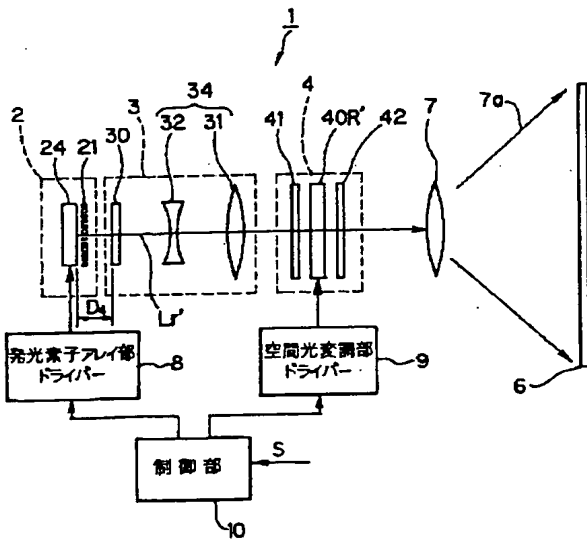
【図1】



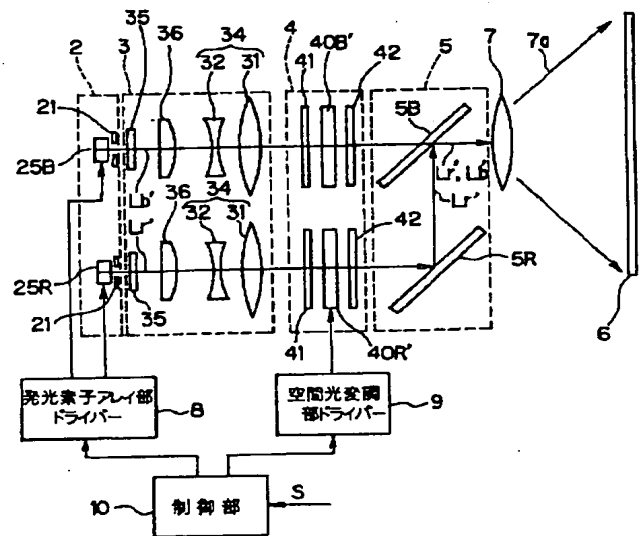
【図3】



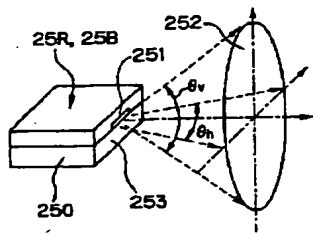
【図6】



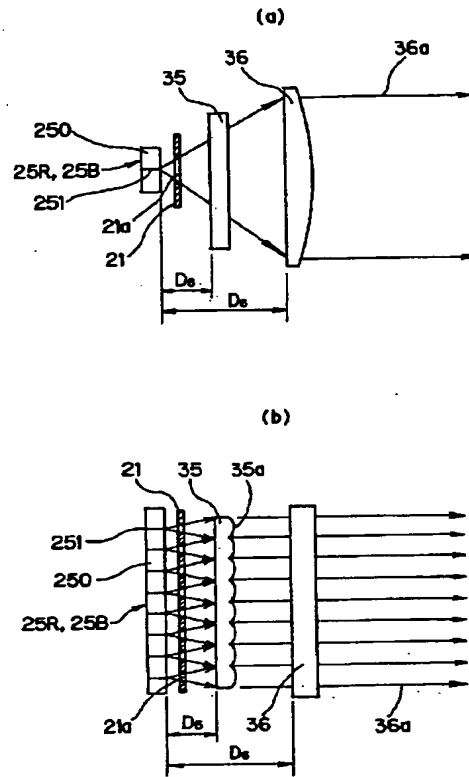
【図7】



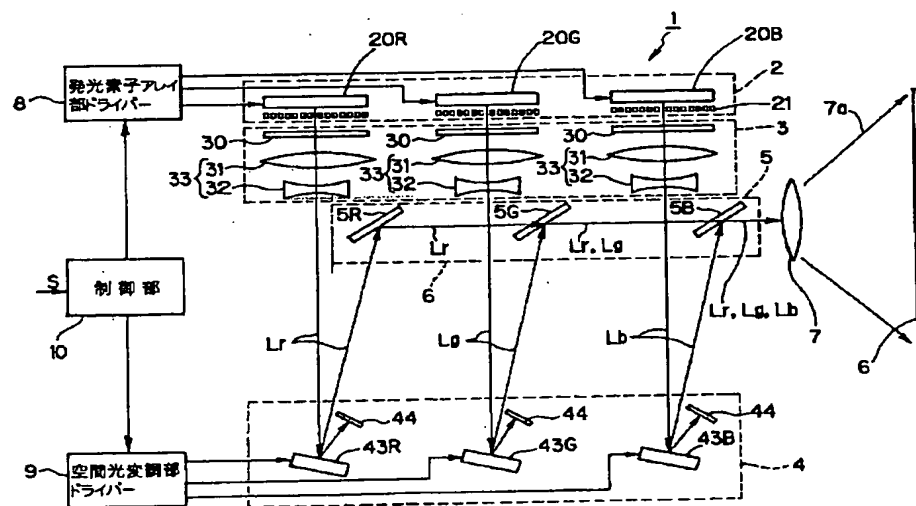
【図8】



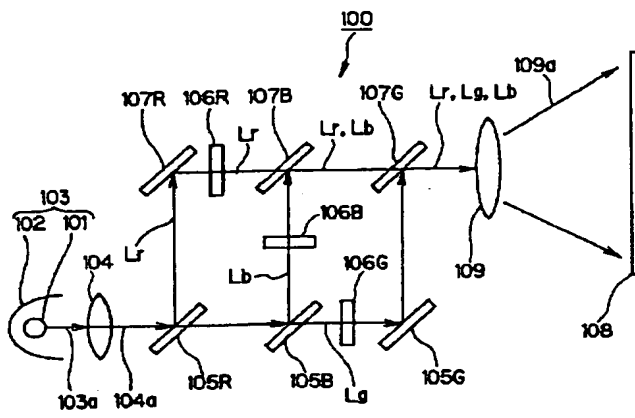
【図9】



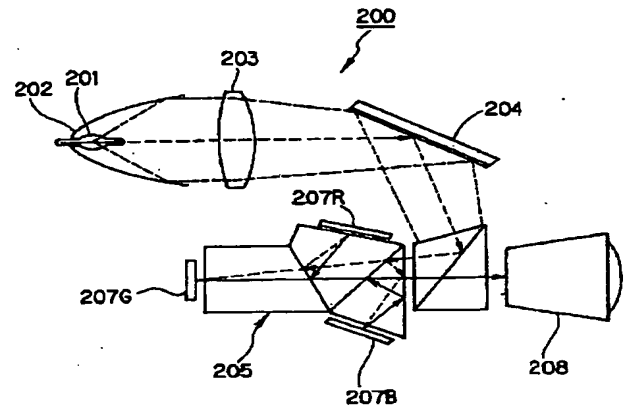
【図10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. 6

H 0 1 S 3/18

H 0 4 N 5/74

識別記号

F I

H 0 1 S 3/18

H 0 4 N 5/74

Z